

Konsep dan Realiti dalam Perkembangan Habitat Manusia dan Perubahan Iklim¹

JAMALUDDIN MD. JAHI

ABSTRAK

Apakah benar perkembangan habitat manusia telah menyebabkan berlakunya perubahan iklim? Atau pun, apakah benar perubahan iklim sememangnya berlaku dan perkembangan habitat manusia hanya menjadi penggalak kepada suatu keadaan yang sememangnya sedang berlaku. Kajian-kajian yang telah dilakukan sehingga kini jelas menunjukkan bahawa perubahan iklim merupakan suatu kejadian yang telah wujud sejak ribuan juta tahun yang lalu dan masih berlaku sehingga ke hari ini. Dalam jangka masa yang begitu panjang kejadian yang berlaku pada masa lampau tidak mungkin disebabkan oleh pembangunan dan perkembangan habitat manusia kerana kewujudan manusia dikatakan tidak melebihi 2.5 juta tahun yang lalu. Namun begitu, sejak lima juta tahun yang lampau bumi masih mengalami perubahan iklim berdasarkan banyak bukti-bukti yang telah ditemui terutamanya berkaitan dengan kenaikan dan penurunan aras laut yang dikaitkan dengan episod-episod pencairan ais benua dan litupan ais benua. Bagaimanapun, sejak beberapa ratus tahun kebelakangan ini dengan pertumbuhan dan perkembangan habitat manusia akibat pertambahan penduduk yang pesat serta aktiviti-aktiviti yang dijalankan, perubahan iklim yang sememangnya berlaku telah dipergiatkan lagi. Makalah ini membicarakan tentang konsep dan realiti perkembangan habitat manusia dan perubahan iklim.

Kata kunci: Habitat manusia, pertambahan penduduk, aktiviti manusia, skala masa geologi, perubahan iklim.

ABSTRACT

Is it true that human habitat development has caused climate change? Or, is it true that climate change has already occurred and human habitat development is merely an added catalyst to an already occurring phenomenon. Studies carried out up to the present clearly indicate that climate change has occurred since thousand million of years ago and is still occurring to the present. During such a long period of time whatever happened in the past could not have possibly been due to development and growth of human habitats because human existence is said to be less than 2.5 million years ago. Nevertheless, since about five million years ago the earth was still experiencing climate change based on a number of evidences, especially related to the rise and fall

of sea level due to the built-up and melting of continental ice sheets. However, since a few centuries ago with the growth and development of human habitats due to rapid population growth and their activities, the already existing climate change has been further enhanced. This article discusses on the concept and reality of human habitat development and climate change.

Key words: Human habitat, population increase, human activities, geological time scale, climate change.

PENGENALAN

Habitat manusia atau tempat tinggal manusia semestinya wujud dengan kewujudan manusia. Kajian menunjukkan bahawa habitat manusia primitif bermula di dalam gua di mana mereka menjadikannya bukan sahaja sebagai tempat untuk berteduh daripada ancaman cuaca dan iklim tetapi juga memberikan perlindungan daripada bahaya serangan musuh dan binatang buas. Setelah tumbuh dan berkembang (ada juga yang lenyap) sejak beribu-ribu tahun yang lalu kini wujud banyak habitat manusia yang bukan hanya besar daripada segi saiz dan juga aktiviti yang ditampungnya, tetapi juga telah menyebabkan perubahan terhadap persekitarannya dan mempunyai kemungkinan besar mempengaruhi iklim global.

Makalah ini adalah bertujuan untuk menjelaskan secara umum tentang konsep perkembangan habitat manusia dan kaitannya dengan perubahan iklim dan juga realiti sebenar tentang perubahan iklim yang banyak diperkatakan pada masa ini.

PERKEMBANGAN HABITAT MANUSIA

Pertumbuhan dan juga perkembangan habitat manusia bergantung pada cara hidup dan juga pertambahan penduduk di sesuatu tempat. Habitat awal manusia dikatakan bermula di dalam gua yang selain daripada menjadi tempat berteduh daripada ancaman cuaca dan iklim juga memberikan perlindungan daripada bahaya serangan musuh dan binatang buas. Dalam keadaan jumlah manusia yang tidak ramai ketika itu yang berinteraksi dan amat bergantung pada alam sekitar untuk terus hidup, tidak banyak gangguan yang dilakukan terhadap mana-mana komponen persekitaran fizikal. Pertambahan penduduk serta jalinan yang dibentuk telah mewujudkan kelompok-kelompok manusia yang tinggal dalam petempatan-petempatan yang mempunyai strukturnya yang tersendiri. Petempatan awal di mana manusia mula tinggal dalam kumpulan hanya dapat wujud apabila manusia telah mula mempunyai teknologi bukan hanya untuk mendirikan tempat kediaman, tetapi juga

untuk menerokai dan menggunakan bahan yang diperolehi dari persekitaran mereka. Pertambahan penduduk dengan aktiviti dan keperluannya yang bertambah menyebabkan pertumbuhan serta perkembangan petempatan-petempatan baru melalui perpindahan keluar yang akhirnya mungkin petempatan-petempatan tersebut tumbuh menjadi bandar.

Bandar menggambarkan suatu ciri habitat manusia yang lebih maju bukan hanya daripada segi jumlah penduduk dan kepadatannya dalam lingkungan sesuatu sempadan kawasan, tetapi juga menggambarkan kepadatan bangunan, prasarana, aktiviti dan pelbagai peluang yang diperlukan dalam rangka mempertingkatkan kualiti hidup penduduk bandar. Dalam proses pembandaran dan pertambahan penduduk, sesebuah bandar akan menjadi bertambah besar dan proses pertumbuhan ini akan diikuti oleh bandar-bandar yang lebih kecil bukan hanya daripada segi fizikal tetapi juga daripada segi budaya. Pertambahan penduduk seterusnya mampu bukan hanya menjadikan bandar utama menjadi bertambah besar, tetapi juga menambah jumlah bandar sekunder di mana kesemuanya tumbuh dan berkembang berlandaskan saling ketergantungan antara satu dengan yang lain. Dalam rangka pertumbuhan bandar proses pembandaran akan menyebabkan banyak perubahan berlaku pada persekitaran fizikal bandar dan kawasan sekitarnya bagi menampung keperluan penduduk daripada segi fizikal, ekonomi, sosial dan budaya.

Asas keperluan hidup manusia yang menghendaki makanan dan minuman, tempat berteduh dan pakaian semestinya telah menjadikan perkara-perkara tersebut sebagai asas kepada aktiviti awal manusia pada satu-satu petempatan. Aktiviti asas tersebut didukung oleh penduduk di sesuatu petempatan sama ada kecil ataupun besar. Dengan pertambahan penduduk di sesebuah petempatan yang berkembang dan menjadi bandar, aktiviti mereka juga akan bertambah pelbagai untuk memenuhi keperluan yang mungkin didapatkan daripada luar. Pertambahan keperluan inilah yang memungkinkan wujudnya pelbagai bentuk aliran antara bandar dan luar bandar (Douglas 1983) seperti aliran air, tenaga, pelbagai bentuk bahan, pemikiran dan juga manusia sendiri yang akhirnya membolehkan sesebuah bandar menjadi lebih berpengaruh dan bertambah besar. Saling pergantungan antara bandar dengan kawasan luar bandar inilah menjadi nadi penggerak sesebuah petempatan di mana bandar yang besar akan menjadi bertambah besar dan yang dahulunya petempatan kecil untuk tumbuh menjadi bandar dan berkembang seterusnya bersama dengan aktiviti untuk menampung keperluan bandar-bandar tersebut.

Sejak 5000 tahun yang lalu dikatakan telah wujud bandar di hilir Sungai Mesopotamia di barat laut Asia di mana kerajaan Sumeria ketika itu mempunyai sekurang-kurangnya lima buah bandar besar. Ini diikuti oleh bandar di Lembah Indus di India kira-kira 4500 tahun yang lalu.

Kebanyakan bandar-bandar klasik adalah kecil dan padat. Asas pembandaran tidak pernah melampaui 10 peratus jumlah penduduk di sesuatu wilayah, termasuk pusat-pusat sekunder yang berkembang. Namun, petempatan tersebut tidak banyak dan kecil. Sehingga akhir 1700 terdapat tidak lebih daripada 14 buah bandar di dunia dengan penduduk melangkaui 200,000 orang. Tetapi, pada 1900 terdapat 16 buah bandaraya yang mempunyai penduduk yang melebihi satu juta dengan 287 buah bandar lagi menampung penduduk yang melampaui 100,000 orang. Pada tahun 2000 terdapat 440 buah bandaraya yang mempunyai penduduk melebihi satu juta dan 1800 buah bandar dengan penduduk melampaui 100,000 orang. Sebanyak 12 buah daripada bandaraya tersebut mempunyai penduduk yang melebihi 10 juta orang.

Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu mengunjurkan separuh penduduk dunia akan tinggal di kawasan bandar pada hujung tahun 2008 dan kira-kira 70 peratus akan jadi penghuni bandaraya pada 2050 (International Herald Tribune 2008), dengan bandaraya dan bandar di Asia dan Afrika merekodkan pertumbuhan paling besar (Jadual 1).

Jadual 1. Penduduk bandar

	Penduduk bandar (%)			Kadar pertumbuhan penduduk bandar (%)		
	1980	2000	2020	1980-85	2000-05	2020-25
Dunia	39	47	57	2.6	2.2	1.7
Afrika	27	38	49	4.4	4.0	3.0
Eropah	69	75	80	0.8	0.3	0.1
Amerika Utara	74	77	82	1.2	1.0	0.9
Amerika Tengah	60	67	73	3.1	2.0	1.5
Amerika Selatan	68	80	85	3.1	1.8	1.1
Asia	27	38	50	3.6	2.8	2.0
Oseania	71	70	72	1.4	1.3	1.3
Negara Membangun	29	41	52	3.8	2.9	2.1
Negara Maju	71	76	81	0.9	0.5	0.3

Sumber : United Nations Population Division 2000

Laporan tersebut juga meramalkan akan terdapat 27 buah bandaraya mega dengan penduduk sekurang-kurangnya 10 juta setiap satu pada pertengahan abad ini berbanding 19 yang terdapat sekarang. Sebenarnya Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (United Nations 1998) meramalkan pada 2015 antara 27 buah bandaraya mega tersebut 18 daripadanya terdapat di Asia (Jadual 2). Satu perkara yang amat jelas

tentang perkembangan bandar-bandar besar dan bandaraya mega ialah kesemuanya merupakan pusat-pusat aktiviti yang pelbagai yang mampu menampung jumlah penduduk yang ramai. Namun, di luar daripada pusat-pusat tersebut terdapat juga banyak lagi pusat-pusat bandar yang lebih kecil dan petempatan-petempatan lain yang berselerak di sesebuah

Jadual 2. Bandaraya mega, 1995 dan 2015

Agglomerasi bandar	Penduduk (ribu)		Kadar pertumbuhan tahunan (%)	
	1995	2015	1985-1995	2005-2015
Afrika				
Lagos	10, 287	24, 437	5.68	3.61
Kaherah	9, 656	14, 494	2.28	1.97
Asia				
Tokyo	26, 836	28, 701	1.40	0.10
Bombay	15, 093	27, 373	4.22	2.55
Shanghai	15, 082	23, 382	1.96	1.85
Jakarta	11, 500	21, 170	4.35	2.34
Karachi	9, 863	20, 616	4.43	3.42
Beijing	12, 362	19, 423	2.33	1.89
Dacca	7, 832	18, 964	5.74	3.81
Calcutta	11, 673	17, 621	1.67	2.33
Delhi	9, 882	17, 553	3.80	2.58
Tianjin	10, 687	16, 998	2.73	1.91
Metro Manila	9, 280	14, 711	2.98	1.75
Seoul	11, 641	13, 139	1.98	0.32
Istanbul	9, 316	12, 345	3.68	1.45
Lahore	5, 085	10, 767	3.84	3.55
Hyderabad	5, 343	10, 663	5.17	2.83
Osaka	10, 601	10, 601	0.24	-
Bangkok	6, 566	10, 557	2.19	2.51
Teheran	6, 830	10, 211	1.62	2.30
Amerika Selatan				
Sao Paulo	16, 417	20, 783	2.01	0.88
Mexico City	15, 643	18, 786	0.80	0.83
Buenos Aires	10, 990	12, 376	0.68	0.50
Rio de Janeiro	9, 888	11, 554	0.77	0.84
Lima	7, 452	10, 526	3.30	1.32
Amerika Utara				
New York	16, 329	17, 636	0.31	0.39
Los Angeles	12, 410	14, 274	1.72	0.46

Sumber: United Nations 1998

negara dengan aktiviti yang juga amat pelbagai. Malahan dengan penduduk dunia yang diramalkan mencapai lebih 9 bilion pada pertengahan abad ini (Gore 2006), dijangkakan bukan hanya kawasan bandar-bandar besar yang akan memberikan tekanan terhadap persekitaran fizikal, tetapi juga kawasan-kawasan lain yang mempunyai penduduk yang ramai.

PERUBAHAN IKLIM

Iklim adalah keadaan cuaca sesuatu kawasan untuk satu jangka masa yang panjang. Iklim merangkumi suhu purata, amaun kerpasan, jumlah hari dengan sinaran matahari, dan pembolehubah lain yang boleh diukur disesuati tempat. Bagaimanapun, terdapat perubahan-perubahan lain di persekitaran bumi yang boleh mempengaruhi iklim. Perubahan iklim menggambarkan variasi dalam atmosfera bumi, proses-proses di bahagian lain bumi seperti lautan dan kawasan yang dilitupi ais dan juga pengaruh aktiviti manusia. Berdasarkan kepada kedua-dua jenis bukti sama ada secara langsung ataupun tidak langsung menunjukkan iklim berubah mengikut masa dan juga dari satu tempat ke tempat yang lain (Park 1997). Fenomena perubahan iklim telah wujud sepanjang sejarah geologi bumi melalui episod-episod litupan ais benua yang diselangi oleh zaman antara glasier.

Perubahan iklim bukanlah merupakan suatu perkara baru. Sejak pembentukan bumi lebih daripada 6500 juta tahun yang lampau (Jadual 3) dikatakan telah berlaku banyak episod kejadian litupan ais benua yang dikaitkan dengan keadaan aras laut yang relatif rendah dan juga pencairan ais yang dikaitkan dengan keadaan aras laut yang relatif tinggi. Litupan ais benua menggambarkan keadaan suhu yang rendah dan pencairan ais menggambarkan keadaan suhu panas. Keadaan sejak 2.0 juta tahun yang lampau iaitu sejak bermulanya Kala Pleistosen (Jadual 3) dan juga sejak 100,000 tahun yang lampau di mana telah terdapat rekod perubahan suhu menggambarkan trend yang serupa. Kajian-kajian menunjukkan bahawa sejak lebih 10,000 tahun yang lampau litupan ais telah mengalami pencairan dan aras laut telah meningkat (Fairbridge 1961; Kidson & Heyworth 1973; Tjia et al. 1977) dan sekaligus menggambarkan terdapatnya peningkatan suhu dunia. Rajah 1 menunjukkan keluk kenaikan aras laut Flandrian sejak lebih 9000 tahun yang lepas mengikut beberapa orang pengkaji.

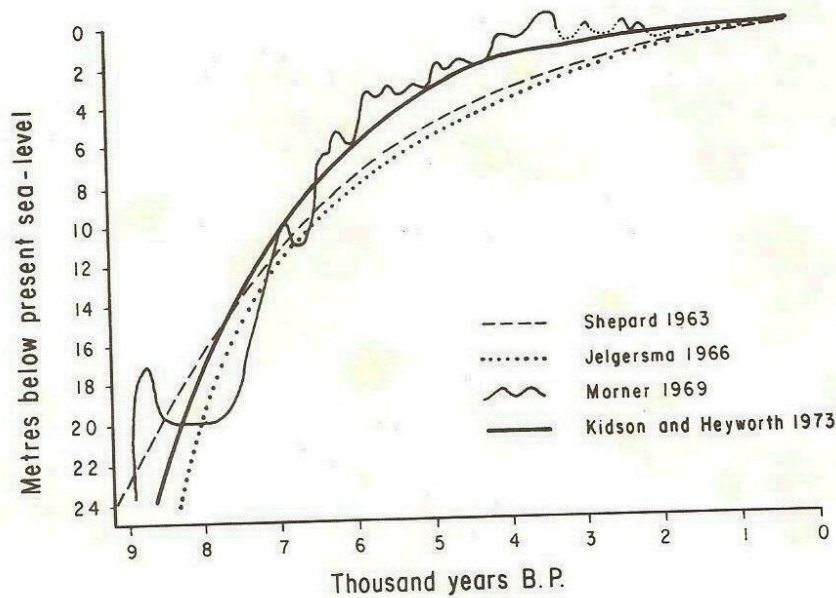
Jelasnya perubahan iklim telah berlaku sejak dulu lagi, dan peningkatan suhu sejak 10, 000 tahun yang lalu (Shepard 1963; Jelgersma 1966; Kidson & Heyworth 1973) masih berlaku pada masa ini disebabkan oleh pelbagai faktor yang tidak benar-benar dapat dikaitkan dengan aktiviti manusia kerana manusia baru wujud sejak lebih kurang 2.5 juta tahun yang lalu dan jumlah penduduk dunia tidak ramai sehinggalah selepas revolusi perindustrian. Lagipun, rekod suhu yang

Jadual 3. Skala masa geologi

Eon	Masa	Submasa	Zaman	Kala	Mulai (Juta tahun lepas)
Priscoan					4, 600
Archaean					4, 000
Proterozoic					2, 500
Phanerozoic	Palaeozoic	Lower Palaeozoic	Cambrian		590
			Ordovician		505
			Silurian		438
		Upper Palaeozoic	Devonian		408
			Carboniferous		360
			Permian		286
			Triassic		248
			Jurasik		213
			Cretaceous		144
	Cenozoic	Tertier	Palaeogene	Palaeocene	65
				Eocene	55
				Oligocene	38
			Neogene	Miocene	24.6
				Pliocene	5.1
		Quaternary	Pleistogenic	Pleistocene	2.0
				Holocene	0.01

Sumber: Flint 1973; Tjia 1987; Park 1997

meningkat telah diselangi oleh penurunan suhu antara 1550 hingga 1850 yang dianggap sebagai suatu episod “*little ice age*” (West 1968). Selepas itu sehingga 1950 umumnya suhu telah meningkat di mana suhu mengalami penurunan seketika dan meningkat semula.



Rajah 1. Perbandingan keluk aras laut Flandrian sejak lebih 9000 tahun lepas
Sumber: Kidson & Heyworth 1973

Bukti-bukti Perubahan Iklim

Dalam rangka untuk membentuk semula iklim masa lalu ianya amat bergantung pada kewujudan bukti. Bukti-bukti tersebut telah diperolehi melalui sama ada cerapan langsung, penunjuk fizikal ataupun penunjuk biologi.

Alat pengukuran cuaca yang standard telah dicipta sejak 1700, tetapi penceraian yang baik hanya terdapat untuk beberapa buah stesen sahaja. Bagaimanapun, sejak 1850 pengukuran cuaca telah dilakukan dengan lebih kerap, cuma pengukuran di kawasan tropika dan hemisfera selatan rekodnya adalah lebih pendek.

Terdapat beberapa penunjuk fizikal yang telah digunakan yang dapat membantu para pengkaji untuk mengenal pasti kewujudan perubahan iklim. Kajian terhadap teras ais yang memerangkap udara di dalamnya telah dapat memberikan gambaran tentang rekod iklim sehingga kira-kira 125,000 tahun yang lepas. Ini telah dilakukan dengan menganalisis kandungan isotop oksigen dalam teras ais tersebut, tinggalan organisma marin dan juga mendapan kalsit dalam gua. Selain itu bukti geologi juga telah digunakan melalui rekod stratigrafi (pada batuan mendak) yang telah dikaitkan dengan zaman ais sehingga dua juta tahun yang lepas iaitu sehingga Submasa Kuaternari. Sampel teras laut dalam juga telah digunakan untuk penentuan tarikh melalui teknik

Potassium Argon yang boleh menjangkau keseluruhan Submasa Kuaternari dan Submasa Akhir Tersier (Thornes & Brunsden 1977).

Tumbuhan daratan dikatakan telah wujud sejak lebih 400 juta tahun yang lalu iaitu pada Zaman Silurian lagi. Dua teknik yang biasa digunakan dalam menentukan tarikh yang dikaitkan dengan iklim ketika tumbuh-tumbuhan tersebut hidup atau pupus adalah melalui teknik analisis debunga, dan juga dendrokronologi di mana setiap gegelang konsentrik pada batang pokok digunakan untuk menggambarkan usia pokok tersebut. Selain itu menurut Thornes dan Brunsden (1977), sejak 1907 teknik radiometrik melalui ^{14}C telah digunakan untuk penentuan tarikh pada tinggalan tumbuhan dan haiwan yang mereput.

Teknik-teknik yang digunakan untuk penentuan tarikh dan juga iklim menunjukkan bahawa sememangnya terdapat episod-episod iklim yang lebih sejuk dan iklim yang lebih panas sejak berjuta-juta tahun yang lepas. Bukti-bukti yang diperolehi, terutamanya pada Submasa Kuaternari yang merangkumi Kala Pleistosen dan Holosen menunjukkan saling wujud fenomena litupan ais bumi dan pencairan ais yang menggambarkan penyejukan dan pemanasan global yang menjangkau beribu-ribu malahan ratusan ribu tahun. Berdasarkan bukti peningkatan aras laut yang dikaitkan dengan pemanasan global, kita kini berada hanya kira-kira 10,000 tahun di Kala Holosen yang menggambarkan peningkatan suhu global. Jelasnya, iklim bumi sememangnya mengalami perubahan sejak dulu lagi.

Perubahan iklim pada skala yang lebih kecil juga berlaku pada Kala Holosen di mana peningkatan suhu global ada kalanya diselangi oleh beberapa zaman ais mini umpamanya pada kurun ke 16 hingga kurun ke 19. Bagaimanapun, pemanasan yang menyeluruh dalam empat dekad awal kurun ke 20 dan penyejukan sejak 1950 (West 1968), serta pemanasan sejak 1975 adalah merupakan bukti-bukti terkini tentang ketidakstabilan iklim.

Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Iklim

Jelas kelihatan bahawa penyebab perubahan iklim adalah amat kompleks dan pelbagai. Tidak terdapat hanya satu faktor yang mampu menjelaskan perubahan yang berlaku dalam ruang lingkup skala masa yang panjang ataupun singkat. Sesetengah perubahan mungkin disebabkan ketidakstabilan semula jadi pada peredaran umum atmosfera yang mungkin boleh dianggap normal bagi kewujudan keadaan bertempoh dalam pertukaran tenaga yang mengaitkan daratan, lautan dan atmosfera (Chandler 1972). Namun, jawapan kepada banyak yang diperkatakan tentang perubahan iklim mungkin bukan disebabkan perkara dalaman sahaja tetapi juga perkara luaran kepada sistem bumi-atmosfera (Park 1997).

Kandungan atmosfera (faktor dalaman) dikatakan mempunyai pengaruh yang kuat terhadap amaran gelombang pendek bahang matahari yang sampai ke permukaan bumi dan amaran gelombang panjang terestrial yang meninggalkan atmosfera ke angkasa lepas. Salah satu daripada bahan yang amat mempengaruhi amaran tersebut adalah partikel habuk atmosfera (aerosol) yang ditiup angin dari gurun dan kawasan tanah kering. Di atas daratan habuk atmosfera bertindak menyelerakkan bahang dan menyejukkan atmosfera, tetapi di atas lautan di mana albedonya relatif rendah habuk meningkatkan pantulan partikel yang masuk dan ini memanaskan atmosfera (Park 1997).

Di samping itu, terdapat banyak faktor-faktor luaran yang juga dikatakan sebagai penyebab berlakunya perubahan iklim. Perkara-perkara tersebut termasuklah variasi output tenaga matahari yang dikaitkan dengan aktiviti *sunspot* yang mempunyai ulangan 11 tahun; variasi Milankovitch (variasi orbit bumi) iaitu melalui variasi bentuk orbit eliptik (dengan ulangan 95,000 tahun), variasi kecondongan putaran paksi bumi (dengan ulangan 42,000 tahun), dan variasi jarak apabila bumi paling hampir dengan matahari yang dikenali sebagai perihelion (dengan ulangan 21,000 tahun); letupan gunung berapi; dan tektonik plat yang telah menyebabkan hanyutan benua (Park 1997).

PERKEMBANGAN HABITAT MANUSIA DAN PERUBAHAN IKLIM: SATU REALITI?

Sebenarnya adalah amat sukar untuk mengaitkan perkembangan habitat manusia dengan perubahan iklim, apatah lagi untuk menyatakan bahawa manusia adalah satu-satunya penyebab perubahan iklim berlaku. Sehingga secara relatifnya baru-baru ini, perubahan iklim telah disebabkan secara keseluruhannya oleh proses semula jadi. Dalam beberapa abad kebelakangan ini dan terutamanya sejak Revolusi Perindustrian pada Kurun ke 18 dan ke 19, kelihatan seolah-olah aktiviti manusia telah menjadi pencetus penting perubahan iklim. Sebelumnya, aktiviti manusia seperti penyahhutan, pembakaran, dan pertanian mungkin mempunyai potensi mempengaruhi iklim tempatan dan wilayah, sekiranya tidak di peringkat global. Sebenarnya untuk mengesan sumbangan aktiviti manusia terhadap perubahan iklim yang dicerap adalah merupakan satu tugas yang amat rumit kerana perubahan dipercepat adalah bertindan dengan variasi semula jadi dan untuk memisahkan trend kedua-duanya mungkin memerlukan analisis statistik dan pemodelan yang amat sofistikated.

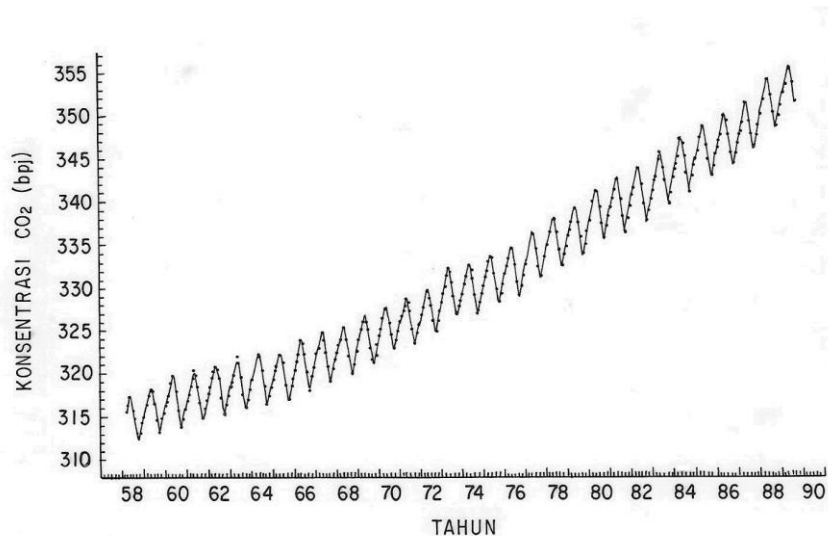
Pertambahan penduduk daripada 1 bilion pada 1776, 2.3 bilion pada 1945 kepada 6.5 bilion pada 2006 dan dijangka meningkat sehingga 9.1 bilion pada 2050 (Gore 2006), serta percambahan habitat manusia yang amat pesat dengan pelbagai aktiviti mereka sejak akhir milenium yang lalu telah merumitkan lagi keadaan terutamanya dengan

kemunculan mendadak pelbagai kejadian yang dikaitkan dengan perubahan iklim. Pelbagai isu telah diutarakan berhubung dengan pengaruh manusia terhadap perubahan iklim, iaitu berkaitan dengan peningkatan suhu, peningkatan kepekatan karbon dioksida, metana dan lain-lain gas rumah hijau, klorofluorokarbon, klorofluorometana dan penipisan lapisan ozon stratosfera, pencairan ais, peningkatan kekerapan dan intensiti banjir, kemarau, peningkatan kejadian ribut taufan dengan intensitinya yang bertambah, peningkatan aras laut dan hakisan pinggir pantai, kekerapan ulangan *El Nino* dan *La Nina* dan sebagainya. Jelasnya terdapat kemungkinan besar bahawa pertambahan penduduk dan habitatnya yang pelbagai telah menyumbang kepada peningkatan proses semula jadi perubahan iklim.

Sejak kewujudan manusia di muka bumi ini persekitaran fizikal telah digunakan dengan kemasukan teknologi, tenaga dan bahan (Jamaluddin Md. Jahi 1996, 1999, 2001). Manusia menggunakan persekitaran fizikal untuk pelbagai tujuan terutamanya sebagai tempat tinggal sama ada di luar bandar, pinggir bandar, bandar, pinggir pantai, di kawasan tanah tinggi dan di tebingan sungai. Untuk memastikan kelangsungan hidup, manusia berkecimpung dalam pelbagai aktiviti sama ada dalam pelbagai sektor ekonomi, sosial dan budaya. Malahan masalah berkaitan dengan perubahan iklim yang mempengaruhi penduduk dunia adalah berkaitan dengan aktiviti manusia, terutamanya sejak Revolusi Perindustrian. Kepekatan karbon dioksida di atmosfera bertambah disebabkan oleh pembakaran bahanapi fosil (Pickering & Owen 1997). Bagaimanapun, pertelingkahan yang wujud sejak kebelakangan ini tentang perubahan yang telah dibawa oleh masyarakat terhadap alam sekitar sejak bermulanya perindustrian telah mengundang andaian bahawa perubahan yang dilakukan oleh manusia terhadap alam sekitar adalah merupakan suatu fenomena yang agak baru. Malahan sebahagian besar daripada pengaruh manusia terhadap alam sekitar tidak mencapai skala global sehinggalah pada bahagian kedua kurun ke duapuluh.

Ahli sains telah mengetahui sejak beberapa dekad yang lalu bahawa peningkatan karbon dioksida di atmosfera mampu meningkatkan iklim dunia. Mereka juga telah mengetahui bahawa kepekatan karbon dioksida sahaja telah bertambah kira-kira 25 peratus sejak arang batu, petroleum dan gas menjadi sumber tenaga utama untuk menggerakkan Revolusi Perindustrian. Kajian Professor Charles Keeling dari Scripps Institution of Oceanography di La Jolla, San Diego, California telah menunjukkan kepekatan karbon dioksida pada 1957 (Rajah 2) adalah 315 ppm (Scripps Institution of Oceanography 1996), dan angka tersebut telah bertambah kepada 363.82 ppm pada 1997, menandakan pertambahan kira-kira 1.2 ppm setahun untuk jangka masa 40 tahun (Jamaluddin Md. Jahi 2001). Kajian terakhir Keeling menunjukkan bahawa kepekatan karbon dioksida telah mencapai 381ppm pada 2005

(Gore 2006). Malahan sebelumnya, Buchholz (1998), menyatakan bahawa pada masa ini kepekatan karbon dioksida sedang bertambah kira-kira 0.4 peratus setahun. Namun, apakah pertambahan tersebut yang boleh menyebabkan peningkatan suhu global semata-mata disebabkan oleh aktiviti manusia?

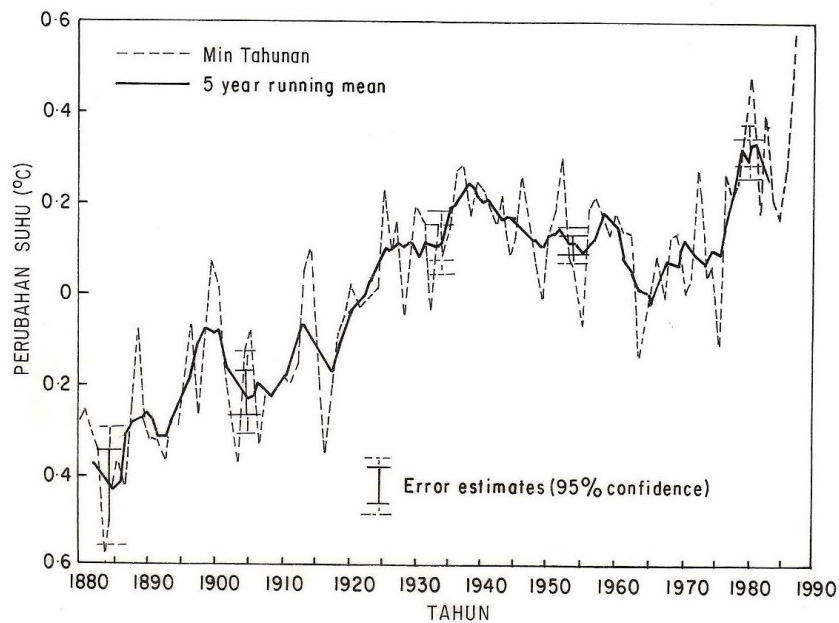


Rajah 2. Kepekatan CO₂ atmosfera di Mauna Loa, Hawaii
Sumber: Silver & De Fries 1990

Rekod menunjukkan sejak 1880 min suhu global (Rajah 3) telah meningkat kira-kira 1.2 °C (Gribbin 1990). Bagaimanapun, peningkatan yang secara puratanya kelihatan malar, masih kelihatan jauh lebih rendah daripada yang pernah dicapai sebelum ini iaitu pada kira-kira 250,000, 210,000, 95,000 tahun yang lalu, dan yang paling hampir pada kira-kira 4,000 tahun sebelum sekarang (Emiliani 1961). Kemungkinan besarnya peningkatan suhu global yang dialami pada masa ini adalah sebahagian daripada fluktuasi suhu semula jadi seperti yang telah direkodkan sepanjang sejarah geologi bumi.

Memang benar dengan pertambahan penduduk dunia selepas Perang Dunia Ke-2 telah terdapat peningkatan suhu yang lebih didasarkan kepada peningkatan gas dan bahan cemar lain yang dihasilkan yang memerangkap bahangan dan menaikkan suhu. Tetapi, ahli sains seluruh dunia telah dikejutkan dengan kemungkinan satu lagi episod "*little ice age*" pada pertengahan dekad 1970 apabila beberapa benua di hemisfera utara mengalami cuaca sejuk yang agak melampau. Dengan itu adalah amat sukar untuk menyatakan dengan tepat bahawa manusia sebagai penyebab perubahan iklim. Mungkin, manusia menyumbang, tetapi dalam kuantiti yang amat kecil dan tidak dapat

dinafikan bahawa sumbangan manusia berlaku seiring dengan peningkatan suhu global yang sedang berlaku secara semula jadi.



Rajah 3. Trend dalam suhu min dunia sejak 1880 hingga 1990

Sumber: Gribbin 1990

KESIMPULAN

Pertambahan penduduk, terutamanya yang tinggal dalam kepadatan yang tinggi dalam sesuatu kawasan tertentu dan disertai oleh pelbagai aktiviti untuk memenuhi keperluan untuk meningkatkan kualiti hidup mereka semestinya mampu menyebabkan banyak perubahan dan salah satu daripadanya adalah terhadap persekitaran fizikal mereka sendiri. Dengan pertambahan penduduk dunia yang amat pesat disertai oleh percambahan habitat yang kian membesar dikatakan telah menyebabkan berlakunya perubahan iklim.

Perubahan iklim yang dikaitkan dengan beberapa masalah alam sekitar seperti pencemaran udara, peningkatan intensiti dan kekerapan banjir, kemarau, pencairan ais, kenaikan aras laut, pencairan ibun abadi dan peningkatan penghasilan gas metana dan karbon dioksida, kemunculan *El Nino* dan *La Nina* dengan ulangan yang lebih kerap dan intensitinya juga bertambah, serta terdapat variabiliti iklim terutamanya daripada segi suhu dan curahan hujan. Oleh itu, sememangnya amat sukar untuk tidak mempercayai bahawa bumi sedang mengalami perubahan iklim dengan kewujudan banyak perkara-perkara yang

menunjukkan keadaan berkenaan. Namun ianya lebih sukar lagi untuk menyatakan dengan tepat bahawa manusialah sebagai penyebab perubahan iklim. Hakikatnya memang ada kemungkinan manusia menyumbang, tetapi dalam kuantiti yang amat kecil dan tidak dapat dinafikan bahawa sumbangan manusia sebenarnya berlaku seiring dengan peningkatan suhu global yang sememangnya sedang berlaku secara semula jadi.

NOTA

- ¹ Makalah ini telah diubahsuai daripada kertas plenari yang dibentangkan di Seminar Antarabangsa ke-2 “Ekologi, Habitat Manusia dan Perubahan Persekitaran” anjuran Institut Alam dan Tamadun Melayu (ATMA), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau dan Persatuan Pengurusan Persekitaran Malaysia di Nilai, Negeri Sembilan, 20-21 Oktober, 2009.

RUJUKAN

- Buchholz, R.A. 1998. *Principles of environmental management. The greening of business*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Chandler, T.J. 1972. *Modern meteorology and climatology*. London: Thomas Nelson & Sons Ltd.
- Douglas, I. 1983. *The urban environment*. London: Edward Arnold.
- Emiliani, C. 1961. Cenozoic climatic changes. Dlm. Fairbridge, R.W. (ed). *Solar variations, climatic change, and related geophysical problems*. Ann. N.Y. Acad. Sci., 95: 17-40.
- Fairbridge, R.W. 1961. Eustatic changes in sea-level. Dlm. Ahrens, L.H. et al. (eds.). *Physics and chemistry of the earth*, 4: 99-185. London: Pergamon Press.
- Flint, R.F. 1973. *The earth and its history*. New York: W.W. Norton & Co.
- Gore, A. 2006. *An inconvenient truth*. London: Bloomsbury.
- Gribbin, J. 1990. *Hothouse earth: the greenhouse effect and gaia*. London: Black Swan.
- International Herald Tribune. 2008. UN says half of the world's population will live in urban areas by end of 2008. <http://www.ihl.com/articles/ap/2008/02/26/news/UN-GEN-UN-Growing-Cities.php> (28/01/2009).
- Jamaluddin Md. Jahi. 1996. *Impak pembangunan terhadap alam sekitar*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Jamaluddin Md. Jahi. 1999. *Striking a balance between environment and development: Is Malaysia prepared to manage the environment to face challenges in the next millennium*. Bangi: Centre for Graduate Studies, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Jamaluddin Md. Jahi. 2001. *Dari Stockholm ke Rio de Janeiro dan seterusnya: pengurusan alam sekitar di Malaysia*. Syarahan Perdana Jawatan Profesor. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Jelgersma, S. 1966. Sea level changes during the last 10,000 years. *Proc. Roy. Met. Soc. International Symposium on World Climates from 8,000 B.C. to 0 B.C.*, hlm. 54-71.

- Kidson, C. & Heyworth, A. 1973. The Flandrian sea level rise in the Bristol Channel. *Proc. of the Ussher Soc.* 2(6): 565-584.
- Park, C. 1997. *The environment: principles and applications*. London: Routledge.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A. 1997. *An introduction to global environmental issues*. 2nd Edition. London: Routledge.
- Scripps Institution of Oceanography. 1996. *Global discoveries for tomorrow's world: 1995-1996 research overview*. San Diego: University of California.
- Shepard, F.P. 1963. Thirty-five thousand years of sea level. Dlm. *Essays in marine geology in honour of K.O. Emery*. University of Southern California Press, hlm. 1-10.
- Silver, C. & DeFries, R. 1990. *One earth, one future: our changing global environment*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Thornes, J.B. & Brunsden, D. 1977. *Geomorphology and time*. London: Methuen & Co. Ltd.
- Tjia, H.D. 1987. *Geomorfologi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Tjia, H.D., Fujii, S. & Kigoshi, K. 1977. Changes of sea level in the southern part of the South China Sea area during Quaternary times. *United Nations, ESCAP-CCOP*, Tech. Publ. 5: 11-36.
- United Nations. 1998. *World urbanisation prospects – 1996 revision*. New York: United Nations Economic and Social Affairs.
- United Nations, Population Division. 2000. *Data, tables and highlights. World urbanisation prospects – 1999 revision*. New York: Department of Economic and Social Affairs.
- West, R.G. 1968. *Pleistocene geology and biology*. London: Longman.

Jamaluddin Md. Jahi, Ph.D.

Felo Utama

Institut Alam dan Tamadun Melayu (ATMA)

Universiti Kebangsaan Malaysia

43600 UKM, Bangi, Selangor, MALAYSIA

E-mail: jamalmj1949@gmail.com / jamalmj@ukm.my